

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-081484

(43)Date of publication of application : 22.03.1990

(51)Int.Cl.

H01L 33/00
H01L 21/205

(21)Application number : 63-232887

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD
UNIV NAGOYA
RES DEV CORP OF JAPAN

(22)Date of filing : 16.09.1988

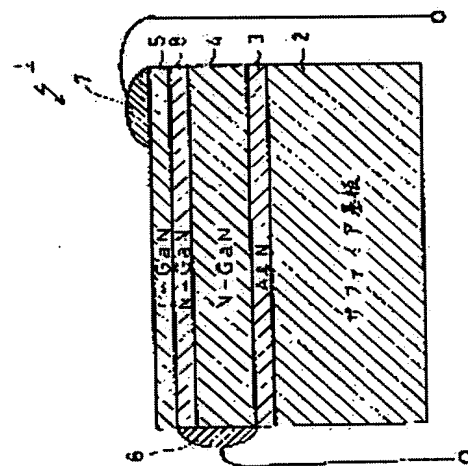
(72)Inventor : MANABE KATSUhide
SASA MICHINARI
MABUCHI AKIRA
AKASAKI ISAMU
AMANO HIROSHI

(54) GALLIUM NITRIDE-BASED COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a thick N-layer whose crystal property is good by a method wherein an AlN buffer layer is formed on a sapphire substrate and an N-layer composed of an N-type GaN-based compound semiconductor is formed on it by a halide vapor growth method.

CONSTITUTION: A sapphire substrate 2 is attached to a susceptor of an MOVPE apparatus; an AlN buffer layer 3 is formed; after that, an N-type GaN layer 4 is formed at a growth speed of about 1 μ m/min by using a halide vapor growth apparatus. Then, a second N-type layer 8 of N-type GaN and an I-type GaN layer 5 are formed by an MOVPE method; electrodes 6, 7 are evaporated; a light-emitting diode is completed. When the second N-layer 8 which has been grown precisely by the MOVPE method is formed on the first N-layer 4, a crystallinity of the I-layer 5 can be made much better.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-81484

⑬ Int.Cl.⁴

H 01 L 33/00
21/205

識別記号

C

庁内整理番号

7733-5F
7739-5F

⑭ 公開 平成2年(1990)3月22日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

⑯ 特 願 昭63-232887

⑰ 出 願 昭63(1988)9月16日

⑱ 発 明 者 真 部 勝 英

愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内

⑲ 発 明 者 佐 々 道 成

愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内

⑳ 発 明 者 馬 渕 彰

愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内

㉑ 出 願 人 豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地

㉒ 出 願 人 名古屋大学長

愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし)

㉓ 出 願 人 新技術開発事業団

東京都千代田区永田町2丁目5番2号

㉔ 代 理 人 弁理士 藤 谷 修

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

2. 特許請求の範囲

サファイア基板と、

N型の窒化ガリウム系化合物半導体(A_{1-x}Ga_xN; 0<x<1を含む)からなるN層と、

前記N層上に成長したI型の窒化ガリウム系化合物半導体(A_{1-x}Ga_xN; 0<x<1を含む)からなるI層とを有し、

前記サファイア基板と前記N層間に窒化アルミニウム(A_{1-x}Al_xN)から成るバッファ層を成長させ、そのバッファ層上に前記N層をハライド気相成長法により成長させたことを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は青色発光の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関する。

【従来技術】

従来、青色の発光ダイオードとしてGaN系の化合物半導体を用いたものが知られている。そのGaN系の化合物半導体は直接遷移であることから発光効率が高いこと、光の3原色の1つである青色を発光色とすること等から注目されている。

このようなGaN系の化合物半導体を用いた発光ダイオードは、サファイア基板上に、N導電型のGaN系の化合物半導体から成るN層を成長させ、そのN層の上にI導電型のGaN系の化合物半導体から成るI層を成長させた構造をとっている。そして、その成長方法には有機金属化合物気相成長法(MOVPE)とハライド気相成長法とが採用されている。

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記の発光ダイオードの発光輝度を向上させるためには、発光に寄与するキャリア数を多くするために、N層の厚さはできるだけ厚い方が望ましい。又、良質なI層の結晶を得るためにもN層の厚さは厚い方が望ましい。

一方、動作電圧を均一にするためには、I層の

膜厚は厚く均一に精度良く制御される必要がある。

ところが、従来のMOVPE法だけで結晶成長させると、結晶成長速度が遅く、厚いN層を形成するのに時間がかかるという問題がある。

一方、サファイア基板上に直接、順次N型GaN、I型GaNをハライド気相成長法で成長させるという方法もあるが、ハライド気相成長法では成長速度が遅くI層の膜厚を厚く均一にすることが困難であった。又、結晶性の良い厚いN層を得ることもできなかった。

本発明者らはGaNの結晶成長について研究を重ねてきた結果、サファイア基板上に窒化アルミニウム(AlN)から成るバッファ層を形成した上で、N層をハライド気相成長法で成長させるとN層の結晶性が向上することを見出した。

本発明は、係る結論に基づいてなされたものであり、その目的は、発光素子の製造速度及び発光特性を向上させることである。

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための発明の構成は、サフ

ァイア基板と、N型の窒化ガリウム系化合物半導体(Al_{1-x}Ga_xN; 0<x<1を含む)からなるN層と、N層上に成長したI型の窒化ガリウム系化合物半導体(Al_{1-x}Ga_xN; 0<x<1を含む)からなるI層とを有し、

サファイア基板とN層間に窒化アルミニウム(AlN)から成るバッファ層を成長させ、そのバッファ層上にN層をハライド気相成長法により成長させたことを特徴とする。

【発明の効果】

サファイア基板上に窒化アルミニウムから成るバッファ層を形成し、そのバッファ層の上にN型の窒化ガリウム系化合物半導体から成るN層をハライド気相成長法で形成したので、厚い結晶性の良いN層が高速で得られた。

このため、発光素子の製造時間が短縮されると共に結晶性の良い厚いN層を作成できたので発光輝度を向上させることができた。又、N層の結晶性が良いためI層の結晶性も向上させることができた。

【実施例】

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。

第1実施例

図は本発明の具体的な一実施例に係る発光ダイオード1の構成を示した断面図である。

主面をc面(0001)面とするサファイア基板2を硝酸で洗浄した後、更にアセトンで洗浄した。そして、洗浄後、窒素ガスを吹き付けて乾燥させた後、そのサファイア基板2をMOVPE装置のサセプタに取り付けた。その後、サファイア基板2を500℃に加熱して、キャリアガスとしてH₂を2ℓ/分、NH₃を1.5ℓ/分、トリメチルアルミニウム(TMA)を15ml/分の割合で8分間供給し、AlNから成るバッファ層3を厚さ約0.1μmに形成した。

その後、そのサファイア基板2をMOVPE装置から取り出し、ハライド気相成長装置のサセプタに取り付けた。その後、反応室の温度を900℃として、ガス流の上流側に設置された金属Gaに

HClガスを流し、両者の反応生成物として得られたGaCl₃と、NH₃と、キャリアガスN₂を、1000℃に加熱されたサファイア基板2に向かって流した。流速はGaCl₃が10ml/分、NH₃が1.0ℓ/分、N₂が2.0ℓ/分とした。サファイア基板2上に成長したN型のGaNから成る第1N層4の厚さは20μmであり、その成長速度は約1μm/分であった。

次に、第1N層4が成長したサファイア基板2をハライド気相成長装置から取り出し、MOVPE装置の反応室のサセプタに設置した。そして、サファイア基板2を1000℃に加熱して、キャリアガスとしてH₂を2.5ℓ/分、NH₃を1.5ℓ/分、トリメチルガリウム(TMGe)を15ml/分の割合で12分間供給し、膜厚約2μmのN型のGaNから成る第2N層5を形成した。

次に、サファイア基板2を900℃にして、H₂を2.5ℓ/分、NH₃を1.5ℓ/分、TMGeを15ml/分、ジエチル亜鉛(DEZn)を10⁻³ml/分の割合で5分間供給して、I型のGaNから成るI

層5を厚さ1.0 μ mに形成した。

次に、第1N層4及び第2N層8の側壁とI層5の上面にアルミニウム電極6、7を蒸着して、発光ダイオードを形成した。

このようにして得られた発光ダイオード1の第1N層4、第2N層8及びI層5の断面の顕微鏡写真、高エネルギー電子線による反射回折法(RHE80)により、それぞれ、良好な結晶性が得られていることが分かった。

特に、バッファ層3上に第1N層4をハライド気相成長法で成長させたので、結晶性の良い薄いN層を高速度で得ることができた。

尚、上記実施例では、MOVPE法で成長された薄い第2N層を設けているが、I層5の結晶性を多少犠牲にしても良い場合には、この第2N層は必ずしも必要ではない。

しかしながら、第1N層4の上に、MOVPE法で精密に成長させた第2N層8を形成すると、I層5の結晶性は、N層をハライド気相成長法だけで成長させたものに比べて更に良くなった。

0)により、良好な結晶性が得られていることが分かった。

又、この発光ダイオード1の発光ピークのスペクトルは480nmであり、発光強度(軸上輝度)は10mcdであった。

尚、本発明者らの考察によれば、MBEで形成されたバッファ層3では、第1N層4のGaNの成長の速さが、バッファ層3をMOVPEで成長させたものと比べて、均一に分散し、そのために、第1N層4、第2N層8及びI層5の単結晶性が良くなったと考えられる。

又、バッファ層3は、サファイア基板2を500℃にしてMBEで形成したので、多結晶であった。

又、本発明者らは、バッファ層3は多結晶で成長させた方が単結晶で成長させた方よりも、第1N層4、第2N層8及びI層5の単結晶性が良いことも見出した。

このためにもMBEでバッファ層3を成長させることは効果があり、多結晶とする成長温度は、室温～500℃が望ましい。

又、この発光ダイオード1の発光ピークのスペクトルは480nmであり、発光強度(軸上輝度)は10mcdであった。

第2実施例

本実施例は、第1実施例において、図のパッファ層3を分子線エピタキシー法(MBE)により作成したものである。

第1実施例と同様に、主面をc面((0001)面)とするサファイア基板2を洗浄した後、そのサファイア基板2をMBE装置のサセプタに取り付けた。その後、サファイア基板2を500℃に加熱して、窒素ガスプラズマ中で、アルミニウムを蒸発させて、サファイア基板2の主面上に窒化アルミニウム(AlN)から成るパッファ層3を約500Åの厚さに形成した。

その後の第1N層4、第2N層8、I層5、電極6、7の作成方法は、第1実施例と同様である。

このようにして得られた発光ダイオードの第1N層4、第2N層8及びI層5の断面の顕微鏡写真、高エネルギー電子線による反射回折法(RHE80)

又、第1N層4、第2N層8及びI層5の単結晶性を良くするためには、パッファ層3の厚さは100～1000Åが望ましい。

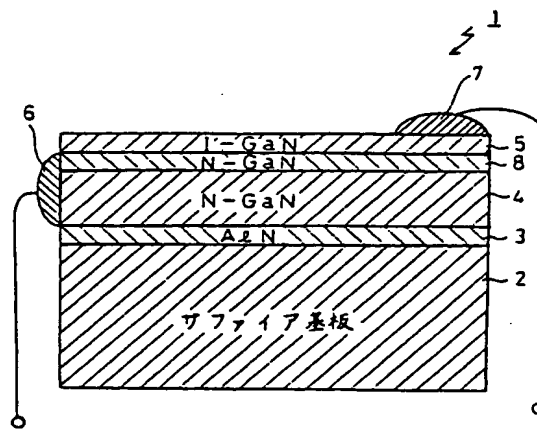
尚、上記実施例では、第1N層4、第2N層8及びI層5をGaNで形成したが、Al_xGa_{1-x}Nで形成しても良い。

4.図面の簡単な説明

図は本発明の具体的な一実施例に係る発光ダイオードの構成を示した構成図である。

1…発光ダイオード 2…サファイア基板
3…パッファ層 4…第1N層 8…第2N層
5…I層

特許出願人	豊田合成株式会社
同	名古屋大学長
同	新技術開発事業団
代理人	藤谷 隆



第1頁の続き

②発明者 赤 崎
②発明者 天 野

勇 愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし) 名古屋大学内
浩 愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし) 名古屋大学内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.